

A3

# IMAGE FORMING APPARATUS AND LIGHT EMITTING LEVEL STABILIZING METHOD OF SEMICONDUCTOR LASER OSCILLATOR IN IMAGE FORMING APPARATUS

Patent number: JP2001088344

Publication date: 2001-04-03

Inventor: SAKAKIBARA ATSUSHI; TANIMOTO KOJI; KOMIYA KENICHI; ICHIYANAGI TOSHIMITSU; IDE NAOAKI; KAWAI HIROSHI

Applicant: TOSHIBA TEC CORP

Classification:

- international: B41J2/44; G03G15/043; G03G15/04

- european:

Application number: JP19990265356 19990920

Priority number(s):

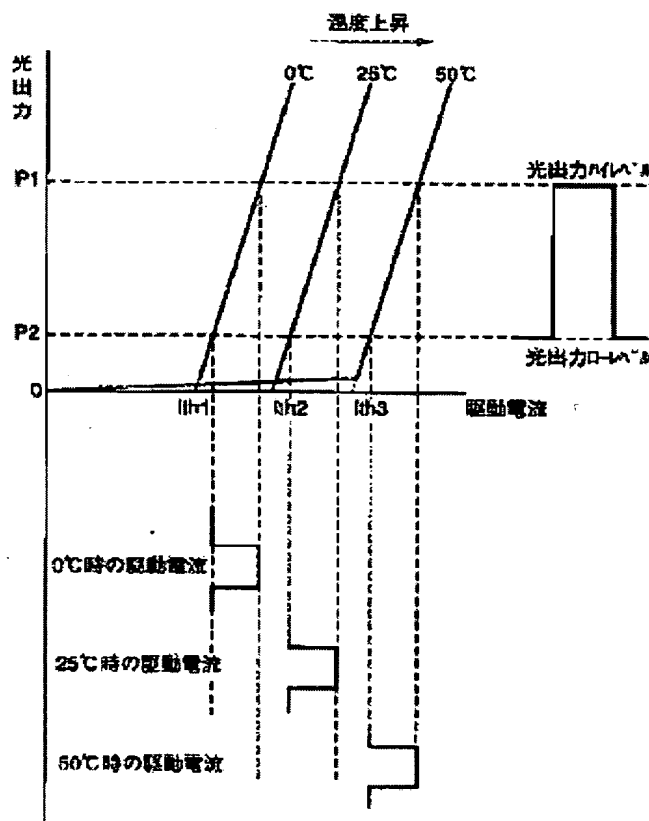
Also published as:

US6549265 (B1)

## Abstract of JP2001088344

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an image forming apparatus capable of always obtaining stable light output intensity regardless of a circumferential temp. change to form an image having stable density.

**SOLUTION:** In an image forming apparatus such as a digital copier or the like for forming an image on a photosensitive drum by scanning with laser beam outputted from a semiconductor laser oscillator and exposing the photosensitive drum, light emitting level stabilizing control is performed with respect to both of the light emitting level of the semiconductor laser oscillator at a time when no image is formed and that of the semiconductor laser oscillator at a time when an image is formed so as to bring the light emitting levels to a predetermined value.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2001-88344  
(P2001-88344A)

(43) 公開日 平成13年4月3日 (2001.4.3)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード* (参考)
B 4 1 J 2/44		B 4 1 J 3/00	D 2 C 3 6 2
G 0 3 G 15/043		G 0 3 G 15/04	1 2 0 2 H 0 7 6
15/04			

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願平11-265356

(22) 出願日 平成11年9月20日 (1999.9.20)

(71) 出願人 000003562

東芝テック株式会社  
東京都千代田区神田錦町1丁目1番地

(72) 発明者 榊原 淳

神奈川県川崎市幸区柳町70番地 東芝テック  
画像情報システム株式会社内

(72) 発明者 谷本 弘二

神奈川県川崎市幸区柳町70番地 東芝テック  
株式会社柳町事業所内

(74) 代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

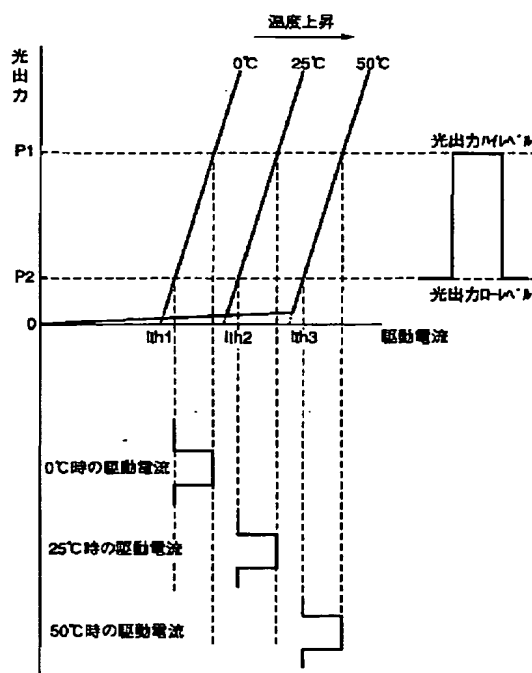
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像形成装置および画像形成装置における半導体レーザ発振器の発光レベル安定化方法

(57) 【要約】

【課題】周囲温度の変化に関わらず、常に安定した光出力強度を得ることができ、結果として濃度の安定した画像を形成することができる画像形成装置を提供する。

【解決手段】半導体レーザ発振器から出力されるレーザ光により感光体ドラム上を走査露光することにより感光体ドラム上に画像を形成するデジタル複写機などの画像形成装置において、非画像形成時の半導体レーザ発振器の発光レベルと、画像形成時の半導体レーザ発振器の発光レベルの両方に対し、それぞれの発光レベルが所定値となるよう発光レベル安定化制御を行なう。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 半導体レーザ発振器から出力されるレーザ光により像担持体上を走査露光することにより前記像担持体上に画像を形成する画像形成装置において、前記半導体レーザ発振器の発光状態を検知する検知手段と、

非画像形成時、前記検知手段の検知結果に基づき、前記半導体レーザ発振器の発光レベルが所定値となるよう前記半導体レーザ発振器に印加する駆動電流を制御する第 1 の発光レベル安定化制御手段と、

画像形成時、前記検知手段の検知結果に基づき、前記半導体レーザ発振器の発光レベルが所定値となるよう前記半導体レーザ発振器に印加する駆動電流を制御する第 2 の発光レベル安定化制御手段と、  
を具備したことを特徴とする画像形成装置。

【請求項 2】 非画像形成時の半導体レーザ発振器の発光レベルは、発光レベルの安定化制御時と非安定化制御時とで異なることを特徴とする請求項 1 記載の画像形成装置。

【請求項 3】 非画像形成時の半導体レーザ発振器に印加する駆動電流は、半導体レーザ発振器の発光動作開始点である閾値電流を超えないレベルに設定し、非画像形成時の半導体レーザ発振器の発光レベル安定化制御時のみレーザ発振領域で半導体レーザ発振器が発光するようにその駆動電流を設定することを特徴とする請求項 1 記載の画像形成装置。

【請求項 4】 前記第 1 の発光レベル安定化制御手段による非画像形成時の半導体レーザ発振器の発光レベル安定化制御を行なった後、前記第 2 の発光レベル安定化制御手段による画像形成時の半導体レーザ発振器の発光レベル安定化制御を行なうことを特徴とする請求項 1 記載の画像形成装置。

【請求項 5】 非画像形成時あるいは画像形成時における半導体レーザ発振器の発光レベル安定化制御時に出力されるレーザ光を用いて 1 走査に同期した信号を生成することを特徴とする請求項 1 記載の画像形成装置。

【請求項 6】 前記第 1 の発光レベル安定化制御手段による非画像形成時の半導体レーザ発振器の発光レベル安定化制御、および、前記第 2 の発光レベル安定化制御手段による画像形成時の半導体レーザ発振器の発光レベル安定化制御は、レーザ光の 1 走査に 1 度行なうことを特徴とする請求項 1 記載の画像形成装置。

【請求項 7】 前記第 1 の発光レベル安定化制御手段による非画像形成時の半導体レーザ発振器の発光レベル安定化制御はレーザ光の複数走査に 1 度行ない、前記第 2 の発光レベル安定化制御手段による画像形成時の半導体レーザ発振器の発光レベル安定化制御はレーザ光の 1 走査に 1 度行なうことを特徴とする請求項 1 記載の画像形成装置。

【請求項 8】 前記第 1 の発光レベル安定化制御手段に

2

よる非画像形成時の半導体レーザ発振器の発光レベル安定化制御はレーザ光の 1 走査に 1 度行ない、前記第 2 の発光レベル安定化制御手段による画像形成時の半導体レーザ発振器の発光レベル安定化制御はレーザ光の複数走査に 1 度行なうことを特徴とする請求項 1 記載の画像形成装置。

【請求項 9】 半導体レーザ発振器から出力されるレーザ光を用いて光学系により像担持体上を走査露光することにより前記像担持体上に画像を形成する画像形成装置において、

前記半導体レーザ発振器の発光状態を検知する検知手段と、

この検知手段における検知効率のばらつきなどを調整するための第 1 の調整手段と、

非画像形成時、前記検知手段の検知結果に基づき、前記半導体レーザ発振器の発光レベルが所定値となるよう前記半導体レーザ発振器に印加する駆動電流を制御する第 1 の発光レベル安定化制御手段と、

画像形成時、前記検知手段の検知結果に基づき、前記半導体レーザ発振器の発光レベルが所定値となるよう前記半導体レーザ発振器に印加する駆動電流を制御する第 2 の発光レベル安定化制御手段と、

この第 2 の発光レベル安定化制御手段において、前記光学系の光学効率による発光レベルのばらつきなどを補正するための第 2 の調整手段と、

を具備したことを特徴とする画像形成装置。

【請求項 10】 半導体レーザ発振器から出力されるレーザ光により像担持体上を走査露光することにより前記像担持体上に画像を形成する画像形成装置において、非画像形成時の前記半導体レーザ発振器の発光レベルと、画像形成時の前記半導体レーザ発振器の発光レベルの両方に対し、それぞれの発光レベルが所定値となるよう発光レベル安定化制御を行なうことを特徴とする画像形成装置における半導体レーザ発振器の発光レベル安定化方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、たとえば、半導体レーザ発振器から出力されるレーザ光により感光体ドラム上を走査露光することにより感光体ドラム上に静電潜像を形成し、その静電潜像に現像剤を塗布して画像を形成するデジタル複写機などの画像形成装置、および、この画像形成装置において半導体レーザ発振器の発光レベルを安定化する半導体レーザ発振器の発光レベル安定化方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】一般的に、光源として半導体レーザ発振器を用いたデジタル複写機などの画像形成装置では、画像形成時の半導体レーザ発振器の発光レベルを、半導体レーザ発振器に内蔵されたフォトダイオードまたは外部

3

に設けたフォトダイオードで検知し、そのフォトダイオードからの出力電流を用いて発光レベルの安定化制御（一般には、APC: Auto Power Controlと呼ばれる制御で、以下、APCと略称する）を行なえる構成を採用している。

【0003】上記APC処理は、画像形成時の半導体レーザ発振器の発光レベルに対し行なう方式が一般的で、非画像形成時は半導体レーザ発振器に電流を印加しないか、または、半導体レーザ発振器がLED発光領域からレーザ発振領域に移行する変化点である閾値電流を超えない一定量の電流を印加する方式を用いていた。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】半導体レーザ発振器に電流を印加しない状態から急激に画像形成時の発光レベルに相当する電流、たとえば、矩形波状の電流を印加した場合、半導体レーザ発振器の光出力の立ち上がり部分に緩和振動と呼ばれるオーバーシュートが発生することは公知である。

【0005】また、材料にAlGaInPを用いた赤色半導体レーザ発振器と呼ばれる発振波長が630～690nm近辺の半導体レーザ発振器では、上記緩和振動に加え、半導体レーザ発振器を構成する材料の熱伝導率の関係で、矩形波状の駆動電流を印加しても、所望の光出力の強度レベルに達するまでに数μsの時間を必要とすることが知られている。

【0006】このような状態で画像を形成すると、レーザ光走査方向の細線を形成した場合、細線の先端部が細ってしまったり、ソリッドの先端部分に折れが生じるなどの不具合が生じる。

【0007】また、半導体レーザ発振器に電流を印加しない状態から画像信号に応じた高周波で50mAを超える駆動電流を制御するため、半導体レーザ発振器の駆動回路などが搭載された制御基板上の配線パターンやハーネスを介して外部にノイズを放射するという問題も生じやすい。

【0008】次に、半導体レーザ発振器に前もって一定電流を印加しておき、その一定電流に画像を形成するか否かの信号に相当する電流を上乗せした場合を説明する。

【0009】半導体レーザ発振器は、ある一定電流を流すまでは自然発光を行ない、レーザ発振は行なわれず、上記一定電流を超えるとレーザ発振を行なう特性を有している。上記一定電流は閾値電流と呼ばれ、デバイスごと、または、製造ロットによっても異なることが知られている。また、この閾値電流は環境温度が上昇するほど高くなり、反対に環境温度が低下するほど低くなる特性を有している。

【0010】そのため、一定電流に画像を形成するか否かの信号に相当する電流を上乗せする処理を行なうと、環境温度によって半導体レーザ発振器の光出力波形が変

4

化してしまう問題が生じる。具体的には、低温時には閾値電流が低下し、上記一定電流量が閾値電流を超えた場合、半導体レーザ発振器は上記一定電流によりレーザ発振を開始し、非画像形成時においてもレーザ発振を行ない、そのときの出力により画像を形成してしまう「カブリ」と呼ばれる現象が発生する。

【0011】反対に、高温時には閾値電流が上昇し、閾値電流が上記一定電流量よりも充分大きくなった場合、上記一定電流を付加する効果が低減し、光出力波形にオーバーシュートが発生したり、所望の発光レベルに達するまでに数μsの時間が必要となるという問題が生じた。

【0012】また、ノイズに関しては低温時は輻射ノイズが小さく、高温になると輻射ノイズが大きくなるという現象が発生することは必須であった。

【0013】そこで、本発明は、周囲温度の変化に関わらず、常に安定した光出力強度を得ることができ、結果として濃度の安定した画像を形成することができる画像形成装置および画像形成装置における半導体レーザ発振器の発光レベル安定化方法を提供することを目的とする。

【0014】また、本発明は、動作温度（雰囲気温度）が変化した場合でも、温度変化により輻射ノイズ量に変化せず、かつ、半導体レーザ発振器の応答時間が変化せず、よって高速性に優れ、常に安定した光出力波形を得ることができる画像形成装置および画像形成装置における半導体レーザ発振器の発光レベル安定化方法を提供することを目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】本発明の画像形成装置は、半導体レーザ発振器から出力されるレーザ光により像担持体上を走査露光することにより前記像担持体上に画像を形成する画像形成装置において、前記半導体レーザ発振器の発光状態を検知する検知手段と、非画像形成時、前記検知手段の検知結果に基づき、前記半導体レーザ発振器の発光レベルが所定値となるよう前記半導体レーザ発振器に印加する駆動電流を制御する第1の発光レベル安定化制御手段と、画像形成時、前記検知手段の検知結果に基づき、前記半導体レーザ発振器の発光レベルが所定値となるよう前記半導体レーザ発振器に印加する駆動電流を制御する第2の発光レベル安定化制御手段とを具備している。

【0016】また、本発明の画像形成装置は、非画像形成時の半導体レーザ発振器の発光レベルは、発光レベルの安定化制御時と非安定化制御時とで異なることを特徴とする。

【0017】また、本発明の画像形成装置は、非画像形成時の半導体レーザ発振器に印加する駆動電流は、半導体レーザ発振器の発光動作開始点である閾値電流を超えないレベルに設定し、非画像形成時の半導体レーザ発振

器の発光レベル安定化制御時のみレーザ発振領域で半導体レーザ発振器が発光するようにその駆動電流を設定することを特徴とする。

【0018】また、本発明の画像形成装置は、第1の発光レベル安定化制御手段による非画像形成時の半導体レーザ発振器の発光レベル安定化制御を行なった後、第2の発光レベル安定化制御手段による画像形成時の半導体レーザ発振器の発光レベル安定化制御を行なうことを特徴とする。

【0019】また、本発明の画像形成装置は、第1の発光レベル安定化制御手段による非画像形成時の半導体レーザ発振器の発光レベル安定化制御、および、第2の発光レベル安定化制御手段による画像形成時の半導体レーザ発振器の発光レベル安定化制御は、レーザ光の1走査に1度行なうことを特徴とする。

【0020】また、本発明の画像形成装置は、第1の発光レベル安定化制御手段による非画像形成時の半導体レーザ発振器の発光レベル安定化制御はレーザ光の複数走査に1度行ない、第2の発光レベル安定化制御手段による画像形成時の半導体レーザ発振器の発光レベル安定化制御はレーザ光の1走査に1度行なうことを特徴とする。

【0021】また、本発明の画像形成装置は、第1の発光レベル安定化制御手段による非画像形成時の半導体レーザ発振器の発光レベル安定化制御はレーザ光の1走査に1度行ない、第2の発光レベル安定化制御手段による画像形成時の半導体レーザ発振器の発光レベル安定化制御はレーザ光の複数走査に1度行なうことを特徴とする。

【0022】また、本発明の画像形成装置は、半導体レーザ発振器から出力されるレーザ光を用いて光学系により像担持体上に走査露光することにより前記像担持体上に画像を形成する画像形成装置において、前記半導体レーザ発振器の発光状態を検知する検知手段と、この検知手段における検知効率のばらつきなどを調整するための第1の調整手段と、非画像形成時、前記検知手段の検知結果に基づき、前記半導体レーザ発振器の発光レベルが所定値となるよう前記半導体レーザ発振器に印加する駆動電流を制御する第1の発光レベル安定化制御手段と、画像形成時、前記検知手段の検知結果に基づき、前記半導体レーザ発振器の発光レベルが所定値となるよう前記半導体レーザ発振器に印加する駆動電流を制御する第2の発光レベル安定化制御手段と、この第2の発光レベル安定化制御手段において、前記光学系の光学効率による発光レベルのばらつきなどを補正するための第2の調整手段とを具備している。

【0023】さらに、本発明の画像形成装置における半導体レーザ発振器の発光レベル安定化方法は、半導体レーザ発振器から出力されるレーザ光により像担持体上に走査露光することにより前記像担持体上に画像を形成す

る画像形成装置において、非画像形成時の前記半導体レーザ発振器の発光レベルと、画像形成時の前記半導体レーザ発振器の発光レベルの両方に対し、それぞれの発光レベルが所定値となるよう発光レベル安定化制御を行なうことを特徴とする。

【0024】本発明によれば、非画像形成時と画像形成時の両方の状態の半導体レーザ発振器の駆動電流を制御できるため、周囲温度の変化に関わらず常に安定した発光レベルを得ることができ、結果として常に濃度の安定した画像を形成することができる。

【0025】また、本発明によれば、動作温度（雰囲気温度）が変化した場合でも、半導体レーザ発振器の変調電流の振幅が変化しないため、温度変化により放射ノイズ量が変化しない。

【0026】また、本発明によれば、動作温度（雰囲気温度）が変化した場合でも、半導体レーザ発振器の変調電流の振幅が変化しない、すなわち、半導体レーザ発振器の立上り／立下りに要する応答時間が変化しないため、高速性に優れ、常に安定した光出力波形を得ることができる。

【0027】また、本発明によれば、非画像形成時と画像形成時の両方の状態の半導体レーザ発振器の駆動電流を制御でき、かつ、非画像形成時の駆動電流は閾値電流を超えないため、非画像形成時はレーザ発振させずに周囲温度の変化に関わらず常に安定した光出力波形を得ることができ、結果として安定した画像を形成することができる。

【0028】さらに、本発明によれば、半導体レーザ発振器の発光状態を検知する検知手段の検知効率のばらつき、および、光学系の光学効率のばらつきなどを調整することができる。

【0029】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

【0030】図1は、本実施の形態に係る画像形成装置としてのデジタル複写機の構成を模式的に示すものである。このデジタル複写機は、たとえば、画像読取手段としてのスキャナ部1、および、画像形成手段としてのプリンタ部2から構成されている。

【0031】スキャナ部1は、図示矢印a方向に往復移動可能な第1キャリジ3と第2キャリジ4、集光レンズ5、および、CCD形ラインセンサなどの光電変換素子6などから構成されている。

【0032】すなわち、スキャナ部1では、原稿Oが原稿台ガラス7上に下向きに置かれ、原稿Oは開閉自在に設けられた原稿固定用のカバー8を閉めることで、原稿台ガラス7上に押さえ付けられる。

【0033】原稿Oは光源9によって照明され、原稿Oからの反射光はミラー10、11、12、および、集光レンズ5を介して光電変換素子6の受光面上に結像され

7

る。この場合、原稿0は、光源9およびミラー10を搭載した第1キャリジ3と、ミラー11、12を搭載した第2キャリジ4が図示しないキャリジ駆動用モータで右から左方向に移動されることで、原稿0上を光源9からの照射光が走査することとなる。

【0034】なお、第1キャリジ3の移動速度は第2キャリジ4の移動速度の2倍に設定することで、原稿0から光電変換素子6までの光路長が一定になるように制御されていることは言うまでもない。

【0035】このようにして、原稿台ガラス7上に置かれた原稿0は1ラインごとに順次読取られ、光電変換素子6により原稿0からの反射光である光信号の強度に応じたアナログ電気信号に変換される。その後、変換されたアナログ電気信号は、光電変換素子6関連の制御信号などを扱う回路が搭載された制御基板13において画像の濃淡を表わすデジタル信号に変換され、かつ、集光レンズ5による低周波歪や、光電変換素子6の感度ばらつきにより生じる高周波歪を補正するシェーディング

(歪)補正などのデジタル信号処理が施され、さらに、画像処理回路が搭載された画像処理基板14でディザやスムージングなどの各種画像処理が行なわれ、その後、半導体レーザ発振器の発光制御に関する信号に変換され、レーザ光学系ユニット15に出力される。

【0036】プリンタ部2は、光学系ユニット15、および、被画像形成媒体である用紙P上に画像形成が可能な電子写真方式を組合わせた画像形成部16から構成されている。ここで、図2を用いて、光学系ユニット15の説明を含めて、プリンタ部2の説明を行なう。

【0037】半導体レーザ発振器151の発光状態を制御するレーザ制御回路150（図示しないレーザ制御基板に搭載されている）から、半導体レーザ発振器151内の発光素子であるレーザダイオード151aに電流を流し、そのときレーザダイオード151aから出力されるモニタ光（バックビーム光）を、その近傍に配置した検知手段としての受光素子であるフォトダイオード151bで受光し、フォトダイオード151bで光信号をその発光量に応じた電気信号に変換し、その電気信号をレーザ制御回路150に入力することで、電気的にレーザダイオード151aの発光状態を検知することができ

る。

【0038】なお、レーザダイオード151aおよびフォトダイオード151bは、本実施の形態では同一デバイス内に物理的に配置されて一体化され、その状態を半導体レーザ発振器151と定義しているが、レーザダイオード151aとフォトダイオード151bが別のデバイス内に物理的に配置されて、それらが別々の位置に配置されても、機能として同様であれば問題ない。その場合、レーザダイオード151aが半導体レーザ発振器151となり、フォトダイオード151bが発光状態を検知するための検知手段となる。

8

【0039】画像形成時における光出力強度と、非画像形成時における光出力強度のそれぞれは、図示しない外部に設けられたD/A変換器を図示しないCPUなどの処理回路を用いて制御することで、画像形成時と非画像形成時のそれぞれの光出力強度を外部回路で制御することができる。

【0040】レーザダイオード151aからのレーザ光（フロントビーム光）は、集光レンズ152を介して多面回転ミラーであるポリゴンミラー153で反射する。ポリゴンミラー153は、図示しないポリゴンモータドライバで駆動されるポリゴンモータによって一定速度で回転している。ポリゴンミラー153からの反射光は、f-θレンズ154を介して第1の折り返しミラー155で反射し、その後、像担持体としての感光体ドラム17の露光位置Xに照射され、感光体ドラム17上に静電潜像を形成する。

【0041】また、f-θレンズ154を介した光信号の一部は、第2の折り返しミラー156で反射して同期信号センサ157に入力されることにより、1走査ごとの同期をとるための同期信号H SYNCが生成される。

【0042】次に、図1を用いて画像形成部16の説明を行なう。画像を形成する像担持体である感光体ドラム17の周辺には、その表面を帯電する帯電器18、現像器19、転写チャージャ20、剥離チャージャ21、および、クリーナ22が順次配置されている。感光体ドラム17は、図示しない駆動モータにより所定の外周速度で回転駆動され、その表面に対向して設けられている帯電器18によって帯電される。帯電された感光体ドラム17上の露光位置Xの地点にレーザダイオード151aからの光出力（レーザ光）がスポット結像される。

【0043】帯電した感光体ドラム17上の露光位置Xに光が照射されると、その部分の電位が低下し、低下した電位が像を形成、すなわち、静電潜像が形成される。そして、現像器19からの現像剤であるトナーが感光体ドラム17にて現像される。現像により感光体ドラム17上にはトナー像が形成され、このトナー像は、転写位置の地点で給紙系からタイミングを取って供給される用紙P上に転写チャージャ20により転写される。

【0044】上記給紙系は、本装置の底部に設けられた図示しない給紙カセット内の用紙Pを、図示しない給紙ローラと分離ローラとにより1枚ずつ分離して供給する。その後、用紙Pは、図示しないレジストローラまで送られ、所定のタイミングで転写位置まで供給される。転写チャージャ20の下流側には、用紙搬送機構23、定着器24、画像形成済みの用紙Pを排出する排出ローラ25が配設されている。これにより、トナー像が転写された用紙Pは、定着器24においてトナー像が用紙Pに定着され、その後、排出ローラ25を経て外部の排紙トレイ26に排出される。

【0045】また、用紙Pへの転写が終了した感光体ド

ラム17は、その表面の残留トナーがクリーナ22によって取り除かれて初期状態に復帰し、次の画像形成の待機状態となる。

【0046】以上のプロセス動作を繰り返すことにより、画像形成動作が連続して行なわれる。

【0047】次に、図3を用いて半導体レーザ発振器151内に配置されたレーザダイオード151aの基本特性を説明する。

【0048】図3(a)は、横軸にレーザダイオード151aに印加する駆動電流を、縦軸に光出力強度を示す。図からも明らかなように、駆動電流を半導体レーザ発振器の発光開始動作点である閾値電流( $I_{th}$ )を超えない範囲で設定した場合、半導体レーザ発振器は自然発光(LED発光)を行ない、駆動電流を増加しても光出力強度は僅かしか増加しない不安定な状態となる。

【0049】一方、閾値電流( $I_{th}$ )を超えた部分に駆動電流を設定した場合は、半導体レーザ発振器はレーザ発振を行ない、駆動電流に応じた光出力強度が得られるようになる。このレーザ発振領域での駆動電流量に対する光出力量をスロープ効率( $\eta$ )と呼び、発光効率の目安となる。

【0050】図3(b)は、駆動電流の形状による半導体レーザ発振器の光出力波形を示す。

【0051】(A)に、半導体レーザ発振器に電流を印加しない状態、または、閾値電流よりも十分に小さい電流を印加した状態からレーザ発振状態に相当する電流を印加した場合の駆動電流波形と光出力波形との関係を示す。半導体レーザ発振器の光出力の立ち上がり部分に緩和振動と呼ばれるオーバーシュートが現れることは公知である。このオーバーシュート部分は通信関連の分野に利用されている。

【0052】(B)に、閾値電流を超えない範囲で、かつ、閾値電流に充分近い電流を印加した状態からレーザ発振状態に相当する電流を印加した場合の関係を示す。この場合、光出力のローレベルは図3(a)で説明した自然発光レベルで、非常に微弱な発光を行ない、波形としては駆動電流波形と同様の波形が得られる。

【0053】(C)に、閾値電流を超えた部分に初期駆動電流を設定し、その初期駆動電流を超えた部分に光出力のハイレベルに相当する駆動電流を印加した場合の関係を示す。この場合、光出力のローレベル、ハイレベルともにレーザ発振領域にあり、光出力波形としては最も駆動電流に忠実となる。光ディスク関係では、この状態で半導体レーザ発振器の制御を行なっている。

【0054】デジタル複写機では、(A)の状態では微小パルスが生成できないため細線が再現できない。また、立ち上がり部分のオーバーシュートで不要な画像を生成してしまう不具合が生じる。(C)の状態では非画像形成時でもレーザダイオード151aが発光してしまう。(B)の状態においてもローレベルの微小発光は

存在するが、前記光学ユニット15内の集光レンズ152の透過率や、ポリゴンミラー153の反射率、 $f-\theta$ レンズ154の透過率、および、第1の折り返しミラー155の反射率で光出力レベルが減衰するため、感光体ドラム17に照射する光量は小さくなる。

【0055】次に、半導体レーザ発振器の環境変化に対する駆動電流と光出力強度との関係を図4に示す。半導体レーザ発振器は、一般的に周囲温度、すなわち、半導体レーザ発振器のケース温度が低温になると発光動作開始点である閾値電流が下がり、ケース温度が高温になると閾値電流が上昇する特性を持っている。環境温度が0℃のときの閾値電流を $I_{th1}$ 、25℃のときの閾値電流を $I_{th2}$ 、50℃のときの閾値電流を $I_{th3}$ とすると、図4に示す通り $I_{th1} < I_{th2} < I_{th3}$ の関係が成立する。

【0056】したがって、図4に示す通り、半導体レーザ発振器を同一強度で発光させる場合でも、環境温度により印加する駆動電流の振幅が変化することになる。

【0057】このような温度変化に対し光出力(発光レベル)の安定を図ることが、本発明の第1の実施の形態で、その概念図を図5に示す。図5によれば、非画像形成時の発光レベルである光出力のローレベルと、画像形成時の発光レベルである光出力のハイレベルの両方に対し、それぞれAPC処理を行なうことで、温度に影響を受けないで安定した光出力を得ることができる。

【0058】デジタル複写機の分野では、現像のプロセス条件によっては一概に断定できないが、一般的には非画像形成時は半導体レーザ発振器を発光せず、画像形成時のみ半導体レーザ発振器を発光させ、その光出力が感光体ドラムに照射されることで、感光体ドラム上に静電潜像を形成する方式を取っている。

【0059】そのため、第1の実施の形態をデジタル複写機に適応する場合は、非画像形成時のレーザダイオード151aの駆動電流は閾値電流を超えず、かつ、閾値電流に充分近いことが望まれる。

【0060】このような要望を満足するようにしたのが第2の実施の形態であり、以下、第2の実施の形態について図6を用いて具体的に説明する。

【0061】なお、非画像形成時にレーザダイオード151aに印加する駆動電流を制御する処理を第1のAPC処理、画像形成時にレーザダイオード151aに印加する駆動電流を制御する処理を第2のAPC処理とする。

【0062】APC処理としては、半導体レーザ発振器151内のレーザダイオード151aが発光し、そのときのバックビーム光を同じく半導体レーザ発振器151内のフォトダイオード151bが受光し、そのときのフォトダイオード151bからの出力であるモニタ電流を一定に保つ処理を必要とするが、デジタル複写機としては、非画像形成時は感光体ドラム17に光を照射したく

ないことから、第1のAPC処理である非画像形成時のレーザダイオード151aの駆動電流は電流未満との矛盾が生じる。

【0063】そこで、第1のAPC処理を行なう時間のみレーザダイオード151aにレーザ発振領域で発光するよう電流( $I_{bias} + I_{ost}$ )を印加し、そのときの発光レベルP1に対しAPC処理を行なう。このAPC処理が終了したら一定の電流( $I_{ost}$ )を引き、閾値電流 $I_{th}$ を超えない電流( $I_{bias}$ )を印加する方式を採用することによって、非画像形成時の発光量を抑え、かつ、APC時にはレーザ発光を得ることができる。

【0064】ただし、閾値電流 $I_{th}$ 未満の電流を印加した場合でも、レーザダイオード151aは自然発光と呼ばれる発光を行なうが、閾値電流 $I_{th}$ を超えた部分のレーザ発振時の発光に比べ非常に小さいものである。

【0065】次に、画像形成時の発光レベルP2に対する第2のAPC処理を行なう。発光レベルP2のときのAPC処理により、レーザダイオード151aに印加する駆動電流 $I_{write}$ が決定する。

【0066】したがって、非画像形成時にはレーザダイオード151aに駆動電流 $I_{bias}$ を印加し、画像形成時には駆動電流 $I_{write}$ を印加するように駆動電流を切換えることで、温度変化に依存しない安定した光出力を得ることができる。

【0067】上記制御を一例として図7を用いて具体的に説明する。

【0068】図7は、第2の実施の形態を実現するためのレーザ制御回路150(図2参照)の要部構成例を示している。この回路は、第1のAPC処理を行なうための比較器161、第1のAPC処理期間のみ導通するスイッチ162、第1のAPC処理期間に充放電を行なうコンデンサ163、コンデンサ163が入力端に接続された電流アンプ164、第2のAPC処理を行なうための比較器165、第2のAPC処理期間のみ導通するスイッチ166、第2のAPC処理期間に充放電を行なうコンデンサ167、コンデンサ167が入力端に接続された電流アンプ168、画像信号により開閉制御され、電流アンプ164あるいは電流アンプ168の出力を切換える切換スイッチ169、第1のAPC処理時の加算電流部として加算電流を制御するスイッチ170、スイッチ170が入力端に接続された電流アンプ171、切換スイッチ169の出力と電流アンプ171の出力とを加算してレーザダイオード151aに供給する電流加算器172、フォトダイオード151bの出力電流を処理する電流増幅器173、および、第1の調整手段としての第1の調整機構174で増幅率が調整され、電流増幅器173の出力が供給されるゲインアンプ175から構成されている。ゲインアンプ175の出力は、比較信号として比較器161、165にそれぞれ供給されてい

る。

【0069】次に、図8および図9を参照して図7の回路の動作時の信号の流れについて説明する。

【0070】図8は、第1のAPC処理時の信号の流れを示しており、図中の太線部分が対応部分である。すなわち、第1のAPC処理を行なう際のレーザ発光強度P1に相当する予備(BIAS)発光強度設定電圧として所定の電圧を比較器161に入力する。スイッチ162は、第1のAPC信号により開閉制御され、第1のAPC処理期間は閉じた状態となり、導通状態となる。したがって、比較器161の出力はコンデンサ163に接続された状態となる。

【0071】電流アンプ164は、コンデンサ163に蓄積された電荷量に比例した電流をレーザダイオード151aから引き込む。このとき、画像信号により切換制御される切換スイッチ169は電流アンプ164側に閉じた状態となり、レーザダイオード151aと電流アンプ164とが導通状態となっている。

【0072】また、第1のAPC処理の際は、オフセット(OFFSET)電流設定信号により一定の電圧を印加しておき、オフセット(OFFSET)制御信号によりスイッチ170を閉じることで、電流アンプ171を通して一定電流をレーザダイオード151aの駆動電流に加算した状態としておく。

【0073】この状態で、レーザダイオード151aからの光出力に応じた電流がフォトダイオード151bから出力される。この出力電流は、一定の増幅率を持つ電流増幅器173を通り、第1の調整機構174で増幅率を調整されたゲインアンプ175で電圧変換された後、比較器161に入力される。

【0074】ここで、光出力が所望の強度に達しない場合は、予備発光強度設定電圧よりも比較器161からの出力電圧が低くなり、コンデンサ163に電荷が充電される。このことにより、レーザダイオード151aの駆動電流が増加し、光出力強度が増加するように働く。

【0075】逆に、光出力強度が所望のレベルを超えている場合は、予備発光強度設定電圧よりも比較器161からの出力電圧が高くなり、コンデンサ163から電荷が放電される。このことにより、レーザダイオード151aの駆動電流が減少し、光出力強度は低下する。

【0076】光出力強度が所望のレベルと一致している場合は、予備発光強度設定電圧と比較器161の出力電圧とが一致しているため、コンデンサ163の電荷は保持され、その結果、光出力強度も保持される。

【0077】なお、オフセット制御信号を制御してスイッチ170を開放状態とすることで、第1の実施の形態を実現することもできる。

【0078】図9は、第2のAPC処理時の信号の流れを示しており、図中の太線部分が対応部分である。すなわち、第2のAPC処理を行なう際のレーザ発光強度P



13

2に相当する書込(WRITE)発光強度設定電圧として所定の電圧を比較器165に入力する。スイッチ166は、第2のAPC信号により開閉制御され、第2のAPC処理期間は閉じた状態となり、導通状態となる。したがって、比較器165の出力はコンデンサ167に接続された状態となる。

【0079】電流アンプ168は、コンデンサ167に蓄積された電荷量に比例した電流をレーザダイオード151aから引き込む。このとき、画像信号により切換制御される切換スイッチ169は電流アンプ168側に閉じた状態となり、レーザダイオード151aと電流アンプ168とが導通状態となっている。

【0080】この状態で、レーザダイオード151aからの光出力に応じた電流がフォトダイオード151bから出力される。この出力電流は、一定の増幅率を持つ電流増幅器173を通り、第1の調整機構174で増幅率を調整されたゲインアンプ175で電圧変換された後、比較器165に入力される。

【0081】ここで、光出力が所望の強度に達しない場合は、書込発光強度設定電圧よりも比較器165からの出力電圧が低くなり、コンデンサ167に電荷が充電される。このことにより、レーザダイオード151aの駆動電流が増加し、光出力強度が増加するように働く。

【0082】逆に、光出力強度が所望のレベルを超えている場合は、書込発光強度設定電圧よりも比較器165からの出力電圧が高くなり、コンデンサ167から電荷が放電される。このことにより、レーザダイオード151aの駆動電流が減少し、光出力強度は低下する。

【0083】光出力強度が所望のレベルと一致している場合は、書込発光強度設定電圧と比較器165の出力電圧とが一致しているため、コンデンサ167の電荷は保持され、その結果、光出力強度も保持される。

【0084】次に、図10および図11を参照して図7の回路の実際の動作時の信号の流れについて説明する。

【0085】図10は、実際の画像形成時の信号の流れを示しており、図中の太線部分が対応部分である。すなわち、画像形成時は、コンデンサ167に蓄積した電荷のみで電流アンプ168の入力端の電圧値が決まり、画像信号により切換スイッチ169が電流アンプ168側に閉じ、そのときに、電流アンプ168の入力端の電圧に相当した駆動電流がレーザダイオード151aに流れる。

【0086】図11は、非画像形成時、すなわち、白地の部分の信号の流れを示しており、図中の太線部分が対応部分である。すなわち、非画像形成時は、コンデンサ163に蓄積した電荷のみで電流アンプ164の入力端の電圧値が決まり、画像信号により切換スイッチ169が電流アンプ164側に閉じ、そのときに、電流アンプ164の入力端の電圧に相当した駆動電流がレーザダイオード151aに流れる。

14

【0087】さらに、この場合は、APC処理期間ではなく、画像形成時であり、オフセット制御信号によりスイッチ170が開放状態であるために、電流アンプ171への電流の引き込みは行なわれない。

【0088】次に、第3の実施の形態について図12を用いて説明する。

【0089】なお、第2の実施の形態の場合と同様に、非画像形成時にレーザダイオード151aに印加する駆動電流を制御する処理を第1のAPC処理、画像形成時にレーザダイオード151aに印加する駆動電流を制御する処理を第2のAPC処理とする。

【0090】APC処理としては、半導体レーザ発振器151内のレーザダイオード151aが発光し、そのときのバックビーム光を同じく半導体レーザ発振器151内のフォトダイオード151bが受光し、そのときのフォトダイオード151bからの出力であるモニタ電流を一定に保つ処理を必要とするが、デジタル複写機としては、非画像形成時は感光体ドラム17に光を照射したくないことから、第1のAPC処理である非画像形成時のレーザダイオード151aの駆動電流は電流未満との矛盾が生じる。

【0091】そこで、第1のAPC処理を行なう時間のみレーザダイオード151aにレーザ発振領域で発光するよう電流( $I_{bias} + I_{ost}$ )を印加し、そのときの発光レベルP1に対しAPC処理を行なう。このAPC処理が終了したら一定の電流( $I_{ost}$ )を引き、閾値電流 $I_{th}$ を超えない電流( $I_{bias}$ )を印加する方式を採ることによって、非画像形成時の発光量を抑え、かつ、APC時にはレーザ発光を得ることができ

る。

【0092】ただし、閾値電流 $I_{th}$ 未満の電流を印加した場合でも、レーザダイオード151aは自然発光と呼ばれる発光を行なうが、閾値電流 $I_{th}$ を超えた部分のレーザ発振時の発光に比べ非常に小さいものである。

【0093】次に、画像形成時の発光レベルP2に対する第2のAPC処理を行なう。この場合は、レーザダイオード151aに閾値電流 $I_{th}$ を超えない電流( $I_{bias}$ )を流した状態で、発光レベルP2のときのAPC処理によりレーザダイオード151aに印加する駆動電流を決定する。この場合、前記電流( $I_{bias}$ )に変調電流( $I_{sw}$ )を加算した結果が発光レベルP2に対する駆動電流となる。

【0094】上記制御を一例として図13を用いて具体的に説明する。

【0095】図13は、第3の実施の形態を実現するためのレーザ制御回路150(図2参照)の要部構成例を示している。この回路は、基本的には図7の回路と同様であるが、切換スイッチ169がスイッチ162などと同様な単なる開閉スイッチ176となって、電流アンプ168の出力と電流加算器172との間に接続された点

15

と、電流アンプ164の出力をレーザダイオード151aの駆動電流に加算する電流加算器177が追加された点が図7の回路と異なっており、その他は図7の回路と同様であるので同一符号を付して説明は省略する。

【0096】次に、図14および図15を参照して図13の回路の動作時の信号の流れについて説明する。

【0097】図14は、第1のAPC処理時の信号の流れを示しており、図中の太線部分が対応部分である。すなわち、第1のAPC処理を行なう際のレーザ発光強度P1に相当する予備(BIAS)発光強度設定電圧として所定の電圧を比較器161に入力する。スイッチ162は、第1のAPC信号により開閉制御され、第1のAPC処理期間は閉じた状態となり、導通状態となる。したがって、比較器161の出力はコンデンサ163に接続された状態となる。電流アンプ164は、コンデンサ163に蓄積された電荷量に比例した電流をレーザダイオード151aから引き込む。

【0098】また、第1のAPC処理の際は、オフセット(OFFSET)電流設定信号により一定の電圧を印加しておき、オフセット(OFFSET)制御信号によりスイッチ170を閉じることで、電流アンプ171を通して一定電流をレーザダイオード151aの駆動電流に加算した状態としておく。

【0099】この状態で、レーザダイオード151aからの光出力に応じた電流がフォトダイオード151bから出力される。この出力電流は、一定の増幅率を持つ電流増幅器173を通り、第1の調整機構174で増幅率を調整されたゲインアンプ175で電圧変換された後、比較器161に入力される。

【0100】ここで、光出力が所望の強度に達しない場合は、予備発光強度設定電圧よりも比較器161からの出力電圧が低くなり、コンデンサ163に電荷が充電される。このことにより、レーザダイオード151aの駆動電流が増加し、光出力強度が増加するように働く。

【0101】逆に、光出力強度が所望のレベルを超えている場合は、予備発光強度設定電圧よりも比較器161からの出力電圧が高くなり、コンデンサ163から電荷が放電される。このことにより、レーザダイオード151aの駆動電流が減少し、光出力強度は低下する。

【0102】光出力強度が所望のレベルと一致している場合は、予備発光強度設定電圧と比較器161の出力電圧とが一致しているため、コンデンサ163の電荷は保持され、その結果、光出力強度も保持される。

【0103】図15は、第2のAPC処理時の信号の流れを示しており、図中の太線部分が対応部分である。第2のAPC処理を行なう場合は、コンデンサ163に蓄積された電荷に相当する電圧を電流アンプ164に入力し、その際の電流アンプ164への引き込み電流(Ibiasに相当)が常に流れている状態で行なう。

【0104】第2のAPC処理を行なう際のレーザ発光

16

強度P2に相当する書込(WRITE)発光強度設定電圧として所定の電圧を比較器165に入力する。スイッチ166は、第2のAPC信号により開閉制御され、第2のAPC処理期間は閉じた状態となり、導通状態となる。したがって、比較器165の出力はコンデンサ167に接続された状態となる。

【0105】電流アンプ168は、コンデンサ167に蓄積された電荷量に比例した電流をレーザダイオード151aから引き込む。したがって、レーザダイオード151aには、電流アンプ164の引き込み電流と電流アンプ168の引き込み電流とを加算した電流量が駆動電流として印加される。

【0106】この状態で、レーザダイオード151aからの光出力に応じた電流がフォトダイオード151bから出力される。この出力電流は、一定の増幅率を持つ電流増幅器173を通り、第1の調整機構174で増幅率を調整されたゲインアンプ175で電圧変換された後、比較器165に入力される。

【0107】ここで、光出力が所望の強度に達しない場合は、書込発光強度設定電圧よりも比較器165からの出力電圧が低くなり、コンデンサ167に電荷が充電される。このことにより、レーザダイオード151aの駆動電流が増加し、光出力強度が増加するように働く。

【0108】逆に、光出力強度が所望のレベルを超えている場合は、書込発光強度設定電圧よりも比較器165からの出力電圧が高くなり、コンデンサ167から電荷が放電される。このことにより、レーザダイオード151aの駆動電流が減少し、光出力強度は低下する。

【0109】光出力強度が所望のレベルと一致している場合は、書込発光強度設定電圧と比較器165の出力電圧とが一致しているため、コンデンサ167の電荷は保持され、その結果、光出力強度も保持される。

【0110】次に、図16および図17を参照して図13の回路の実際の動作時の信号の流れについて説明する。

【0111】図16は、実際の画像形成時の信号の流れを示しており、図中の太線部分が対応部分である。すなわち、画像形成時は、画像信号によりスイッチ176が閉じ、コンデンサ163に蓄積した電荷に応じた電流アンプ164の引き込み電流量(Ibias)と、コンデンサ167に蓄積した電荷に応じた電流アンプ168の引き込み電流量(Isw)が加算された電流がレーザダイオード151aに流れる。

【0112】図17は、非画像形成時、すなわち、白地の部分の信号の流れを示しており、図中の太線部分が対応部分である。すなわち、非画像形成時は、コンデンサ163に蓄積した電荷のみで電流アンプ164の入力側の電圧値が決まり、その電圧に相当した電流を電流アンプ168が引き込み、その電流量がレーザダイオード151aに流れる駆動電流となる。

17

【0113】さらに、この場合は、APC処理期間ではなく、画像形成時であり、オフセット制御信号によりスイッチ170が開放状態であるために、電流アンプ171への電流の引き込みは行なわれない。

【0114】このように、第3の実施の形態は、第1のAPC処理の結果、閾値電流を超えない制御信号(Ibias)を設定した後に変調電流(Isw)のための第2のAPC処理を行なうことで、画像形成時はレーザダイオード151aを発光させ、非画像形成時はレーザダイオード151aを発光させず、かつ、レーザダイオード151aへの駆動電流は閾値電流を超えず、かつ、充分、閾値電流に近い部分に設定することができる。

【0115】なお、図7および図13に示した回路構成で、最終段の電流アンプ164、168、171の動作を、電流を引き込むタイプとするか、電流を吐き出すタイプとするかで用いる半導体レーザ発振器が異なる。それについて、図18および図19を用いて具体的に説明する。

【0116】図18に、図7と図13に示した電流引き込みタイプの電流アンプを用いた例を示す。図18では、説明のため、電流アンプ168のみとし、その他の電流アンプ164、171は図示しないで省略してある。このタイプでは、電流アンプ168に電流が流れ込むため、電流アンプ168の出力端にレーザダイオード151aのカソード端子を接続する必要がある。したがって、用いる半導体レーザ発振器151は、図18に示すように、レーザダイオード151aのアノード端子とフォトダイオード151bのカソード端子とが接続されているタイプを使用することになる。

【0117】図19に、電流吐き出しタイプの電流アンプを用いた例を示す。図19では、説明のため、電流アンプ168のみとし、その他の電流アンプ164、171は図示しないで省略してある。このタイプでは、電流アンプ168から電流が吐き出される方向に流れるため、電流アンプ168の出力端にレーザダイオード151aのカソード端子を接続する必要がある。したがって、用いる半導体レーザ発振器151は、図19に示すように、レーザダイオード151aのカソード端子とフォトダイオード151bのアノード端子とが接続されているタイプを使用することになる。

【0118】次に、APC処理を行なう具体的なタイミングについて、図7および図20を用いて説明する。

【0119】レーザダイオード151aが発光し、その光出力であるレーザ光がポリゴンミラー153で反射し、f- $\theta$ レンズ154を透過し、第1の折り返しミラー155で反射して、感光体ドラム17上を走査し、また、第2の折り返しミラー156で反射したレーザ光が同期信号センサ157上を走査することは、前述した通りである。それらの動作をレーザ光の走査の視点で時系列に示したタイミングが図20となる。

18

【0120】ここで、感光体ドラム17上実際に画像を形成する部分を画像形成領域、画像形成領域以外を非画像形成領域とする。また、本実施の形態で画像形成時とは、第2のAPC処理後のコンデンサ163、または、コンデンサ163と167との組合わせに蓄積された電荷でレーザダイオード151aが発光し、実際に画像を形成する状態であり、最終的には出力画像にトナーが付着する文字、または、画像部分を形成することに相当し、非画像形成時とは、第1のAPC処理後のコンデンサ163に蓄積された電荷に相当する駆動電流がレーザダイオード151aに印加された状態で、レーザダイオード151aとしては自然発光状態で微弱な発光状態にあり、最終的には出力画像の白地の部分を形成する状態である。このように、画像形成時/非画像形成時と、画像形成領域/非画像形成領域は区別するものとする。

【0121】電子写真方式を用いたデジタル複写機の特性上、画像を形成する場合以外は感光体ドラム17上にレーザ光を照射しないため、レーザダイオード151aを発光させないと処理が行なえない第1のAPC処理、第2のAPC処理は、それぞれ非画像形成領域で行なうことになる。具体的なタイミングを以下に説明する。

【0122】レーザダイオード151aの光出力が前のラインの感光体ドラム17の走査が終了し、非画像形成領域になってから第1のAPC処理を行なうため、第1のAPC信号をハイレベルとし、図7のスイッチ162を閉じる。そのとき、オフセット制御信号も同時にハイレベルとする。これにより、オフセット電流設定に応じた一定電流を電流アンプ171に引き込んだ状態で第1のAPC処理を行なうことができる。

【0123】このとき、切換スイッチ169は、レーザダイオード151aのカソード端子と電流アンプ164の出力端とが導通する状態とする。この状態で、レーザダイオード151aの発光強度が所望の強度よりも低い場合は、コンデンサ163に電荷を充電し、逆に、発光強度が所望の強度よりも高い場合は、コンデンサ163の電荷を放電するように働く。

【0124】なお、電源投入時や回路初期化後など、コンデンサ163に電荷が充電されていない場合は、図20に示した第1のAPC信号およびオフセット制御信号のバースを繰り返し印加する。すなわち、数ラインレーザ光により走査を繰り返すことで、コンデンサ163に所望の電荷が蓄積できる。複写動作を行なっている場合は、レーザダイオード151aの発熱によるドループと、コンデンサ163の漏れ電流による電荷放電もしくは電荷充電により、光出力強度のずれ分のみを補正するため、1回の動作で所望の光出力強度が得られる。

【0125】第1のAPC信号およびオフセット制御信号をローレベルにすることで、第1のAPCが終了となる。その後、第1のAPC信号とおよびオフセット制御信号がローレベルになった後に第2のAPC信号をハイ

19

レベルに設定し、スイッチ166を閉じることで、第2のAPC処理を開始する。

【0126】この際、切換スイッチ169をレーザダイオード151aのカソード端子と電流アンプ168の出力端とが導通する状態とする。この状態で、レーザダイオード151aの発光強度が所望の強度よりも低い場合は、コンデンサ167に電荷を充電し、逆に、発光強度が所望の強度よりも高い場合は、コンデンサ167の電荷を放電するように働く。

【0127】なお、電源投入時や回路初期化後など、コンデンサ167に電荷が充電されていない場合は、図20に示した第2のAPC信号のパルスを繰り返し印加する。すなわち、数ラインレーザ光により走査を繰り返すことで、コンデンサ167に所望の電荷が蓄積できる。複写動作を行なっている場合は、レーザダイオード151aの発熱によるドループと、コンデンサ167の漏れ電流による電荷放電もしくは電荷充電により、光出力強度のずれ分のみを補正するため、1回の動作で所望の光出力強度が得られる。

【0128】また、第2のAPC処理時のレーザダイオード151aの光出力を、フォトダイオードなどの光信号を電気信号に変換する光検出素子で構成した同期信号センサ157に照射することで、同期信号の生成を行なう。同期信号が生成できた場合、その同期信号により第2のAPC信号をローレベルとすることで、第2のAPC処理を終了する。

【0129】その後、回路状態としては、スイッチ162がオフ、スイッチ166がオフ、スイッチ170がオフで、切換スイッチ169が電流アンプ164側に閉じている状態となり、レーザダイオード151aはコンデンサ163の電荷に応じた駆動電流が印加された状態で発光し、レーザ光による走査は画像形成領域に入る。画像形成領域では、白地の画像の場合は、スイッチ162がオフ、スイッチ166がオフ、スイッチ170がオフで、切換スイッチ169が電流アンプ164側に閉じている状態でレーザダイオード151aには閾値電流に充分近い電流を印加し、文字や画像の形成時は、スイッチ162がオフ、スイッチ166がオフ、スイッチ170がオフで、切換スイッチ169が電流アンプ168側に閉じている状態でレーザダイオード151aには書込みに必要な発光強度に応じた電流を印加する。

【0130】走査により再び画像形成領域に入ると、第1のAPC処理を行ない、第1のAPC処理終了後に、第2のAPC処理を開始し、同期信号を生成したら第2のAPC処理を終了する、という動作を繰り返す。

【0131】また、同期信号センサ157と感光体ドラム17とが離れている場合は、第1のAPC処理時のレーザ光で同期信号を生成し、レーザ光が同期信号センサ157を越え、感光体ドラム17に達するまでの時間を利用して第2のAPC処理を行なうことは可能である。

20

【0132】次に、APC処理を行なう別のタイミングについて図21を用いて説明する。図21は、第1のAPC処理を毎走査で行なわないタイミング例であり、以下、それについて説明する。

【0133】コンデンサ163の容量を最適化することで、レーザダイオード151aの発熱によるドループと、コンデンサ167の漏れ電流による電荷放電もしくは電荷充電により出力強度がずれても、数ライン走査して影響のない範囲であれば、1ラインごとに第1のAPC処理を行なう必要がなくなるため、図21に示すように、たとえば、隔ライン周期で行なうことが可能となる。この場合、隔ライン以上間隔を空けてもコンデンサ容量の変更で対応できる。しかし、同期信号センサ157による同期信号生成のため、第2のAPC処理による発光は毎ライン必要である。

【0134】また、先に示したように、同期信号センサ157と感光体ドラム17との物理的位置が離れていて、第1のAPC処理動作時に同期信号の生成を行なう場合は、第1のAPC処理を毎ライン実行し、第2のAPC処理を隔ライン、もしくは、それ以上間隔を空けて実行することも可能である。

【0135】次に、第4の実施の形態について説明する。

【0136】レーザダイオード151aの光出力の強度を検出するフォトダイオード151bの検出効率デバイスにより異なる。第1のAPC処理も第2のAPC処理も、光出力を一定にするためにフォトダイオード151bの出力であるモニタ電流を利用しているため、デバイスによる光出力強度の検出効率が異なると、APC処理による光出力の強度設定が異なってしまう。

【0137】ここで、図7および図22を利用して一例を用いて説明すると、第1のAPC処理実行時、光出力Po時にIm1のモニタ電流が出力され、そのとき比較器161の反転入力端子の電圧（ゲインアンプ175の出力）がV1で、非反転入力端子の予備発光強度設定電圧と釣り合っていた場合、コンデンサ163は安定状態にあり、その結果、光出力強度は安定する。

【0138】しかし、光出力の検出効率が悪い場合、たとえば、光出力強度Po時にモニタ電流Im2のデバイスを上記環境で使用すると、第1のAPC処理としては比較器161の反転入力端子の電圧V2が（ $V1 > V2$ ）となり、非反転入力端子との電位差がなくなるようにコンデンサ163に電荷を充電する。その結果、非反転入力端子の電圧がV1となり、そのときのモニタ電流はIm2となり、光出力強度としてはPoを大きく超えた発光状態となる。

【0139】このようなばらつきをなくすため、たとえば、光出力強度が1mW（ミリワット）のときは、モニタ電流から作成する比較器161の非反転入力端子の電圧が1V（ボルト）となるように、第1の調整機構17

21

4で調整する必要がある。

【0140】また、この調整は、図7のようなレーザ制御回路とレーザダイオード151aのフィードバックループ系のみで成立し、デバイスのばらつきを持つフォトダイオード151bの強度検出効率を正規化することである。なお、図13のレーザ制御回路でも同様であることは言うまでもない。

【0141】デジタル複写機の場合、図2に示したレーザ光学系ユニット15からも明らかなように、光学系はレンズとミラーとの組み合わせにより効率がばらつく。この例を図23に示す。

【0142】ここで、図7および図23を利用して一例を用いて説明すると、感光体ドラム17上（像面）での光出力がP1であっても、レーザダイオード単体としての光出力強度は光学効率のばらつきのため、P01であったりP02であったりと、ばらばらになっていると考えられる。これは、比較器161にある電圧を入力し、第2のAPC処理を行なった場合、第1の調整機構174により調整することで、レーザダイオード単体としては所望の光出力強度が得られるが、感光体ドラム17上での光出力強度はレーザ光学系ユニット15により異なってしまう。

【0143】そこで、本実施の形態では、図7の回路の場合、図4に示すように、比較器165の非反転入力端子の前段に第2の調整機構178を設けたものである。このようにすることで、第1の調整機構174でフォトダイオード151bの強度検出効率の正規化を図り、別の調整機構として第2の調整機構178により、第1の調整機構174に関係なく、レーザ光学系ユニット15の光学効率のばらつきを補正することができる。

【0144】また、図13の回路の場合、図25に示すように、比較器165の非反転入力端子の前段に第2の調整機構178を設けることも可能で、図24の説明と同様の効果が得られることは言うまでもない。

【0145】ここで、第1の調整機構174および第2の調整機構178の具体的な回路例を説明する。

【0146】図26は、第1の調整機構174の一例を示しており、以下、それについて説明する。レーザダイオード151aの光出力を受光し、フォトダイオード151bから出力されるモニタ電流は、電流増幅器173により電流 $I_{m'}$ としてゲインアンプ175の反転入力端子部に入力される。ゲインアンプ175の非反転入力端子には基準電圧（ $V_{ref}$ ）が入力されている。これにより、可変抵抗器174a（抵抗値 $VR1$ ）と固定抵抗器174b（抵抗値 $r$ ）とから構成される第1の調整機構174により、ゲインアンプ175の出力端には、 $I_{m'} \times (VR1 + r) + V_{ref}$ の電圧が発生する。

【0147】ただし、回路から明らかなように、固定抵抗器174bの抵抗値 $r$ を0Ωに設定し、かつ、可変抵

22

抗器174aの抵抗値 $VR1$ を0Ωに設定すると、

$$I_{m'} \times (VR1 - r) = V_{ref}$$

となってしまう、調整ができなくなるため、固定抵抗器174bの抵抗値 $r$ は0Ωに設定しないようにする。

【0148】このような結果、ゲインアンプ175の出力端に現れる電圧が比較器161、165の各反転入力端子に印加され、外部から入力される電圧、たとえば、第1のAPC処理時には予備発光強度設定電圧と比較され、また、第2のAPC処理時には書込発光強度設定電圧と比較される。

【0149】図27は、第2の調整機構178の一例を示しており、以下、それについて説明する。書込発光強度設定電圧は、図示しない外部のD/Aコンバータなどで生成される電圧が印加される。この電圧を $V_{win}$ とすると、可変抵抗器178aとボルテージフォロウ回路178bとから構成される第2の調整機構178により、 $V_{win} \times \alpha$ （ $\alpha: 0 \sim 1$ ）の電圧を比較器165の非反転入力端子に入力する構成としている。

【0150】なお、ボルテージフォロウ回路178bは、出力信号のインピーダンスを極力抑える目的で挿入しているが、比較器165の非反転入力端子のインピーダンスが可変抵抗器178aの抵抗値 $VR2$ に比べ非常に高い場合は、ボルテージフォロウ回路178bを削除しても、同様の機能は実現することができる。

【0151】以上説明したように、上記実施の形態によれば、非画像形成時と画像形成時の両方の状態の半導体レーザ発振器の駆動電流を制御できるため、周囲温度の変化に関わらず、常に安定した光出力強度を得ることができ、結果として濃度の安定した画像を形成することができる。

【0152】また、動作温度（雰囲気温度）が変化した場合でも、半導体レーザ発振器の変調電流の振幅が変化しないため、温度変化により輻射ノイズ量に変化しない。

【0153】また、動作温度（雰囲気温度）が変化した場合でも、半導体レーザ発振器の変調電流の振幅が変化しない、すなわち、半導体レーザ発振器の立上り／立下りに要する応答時間が変化しないため、高速性に優れ、常に安定した光出力波形を得ることができる。

【0154】また、非画像形成時と画像形成時の両方の状態の半導体レーザ発振器の駆動電流を制御でき、かつ、非画像形成時の駆動電流は閾値電流を超えないため、非画像形成時はレーザ発振させずに周囲温度の変化に関わらず、常に安定した光出力波形を得ることができる。

【0155】また、フォトダイオードのモニタ（光出力強度検出）効率ばらつきと光学系の光学効率ばらつきを調整することができる。

【0156】

【発明の効果】以上詳述したように本発明によれば、周

23

囲温度の変化に関わらず、常に安定した光出力強度を得ることができ、結果として濃度の安定した画像を形成することができる画像形成装置および画像形成装置における半導体レーザ発振器の発光レベル安定化方法を提供できる。

【0157】また、本発明によれば、動作温度（雰囲気温度）が変化した場合でも、温度変化により輻射ノイズ量が変化せず、かつ、半導体レーザ発振器の応答時間が変化せず、よって高速性に優れ、常に安定した光出力波形を得ることができる画像形成装置および画像形成装置 10 における半導体レーザ発振器の発光レベル安定化方法を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態に係るデジタル複写機の構成を模式的に示す側面図。

【図2】レーザ光学系ユニットの構成を模式的に示す構成図。

【図3】半導体レーザ発振器の基本特性を説明するための図。

【図4】半導体レーザ発振器の温度変化に対する駆動電 20 流と光出力波形の関係を説明するための図。

【図5】第1の実施の形態に係るAPC処理の概念を説明するための図。

【図6】第2の実施の形態に係るAPC処理の概念を説明するための図。

【図7】第2の実施の形態を実現するためのレーザ制御回路の要部構成例を示すブロック図。

【図8】図7における第1のAPC処理の具体的動作を説明するための図。

【図9】図7における第2のAPC処理の具体的動作を 30 説明するための図。

【図10】図7における実際の画像形成時の具体的動作を説明するための図。

【図11】図7における非画像形成時の具体的動作を説明するための図。

【図12】第3の実施の形態に係るAPC処理の概念を説明するための図。

【図13】第3の実施の形態を実現するためのレーザ制御回路の要部構成例を示すブロック図。

【図14】図13における第1のAPC処理の具体的動 40 作を説明するための図。

【図15】図13における第2のAPC処理の具体的動作を説明するための図。

【図16】図13における実際の画像形成時の具体的動作を説明するための図。

24

【図17】図13における非画像形成時の具体的動作を説明するための図。

【図18】図7、図13の最終段の電流アンプの特性と接続する半導体レーザ発振器の関係を説明するための図。

【図19】図7、図13の最終段の電流アンプの特性と接続する半導体レーザ発振器の関係を説明するための図。

【図20】APC処理を行なう具体的なタイミングを説明するための図。

【図21】APC処理を行なう別の具体的なタイミングを説明するための図。

【図22】第4の実施の形態に係る第1の調整機構の概念を説明するための図。

【図23】第4の実施の形態に係る第2の調整機構の概念を説明するための図。

【図24】図7の回路に対して第4の実施の形態を実現するためのレーザ制御回路の要部構成例を示すブロック図。

【図25】図13の回路に対して第4の実施の形態を実現するためのレーザ制御回路の要部構成例を示すブロック図。

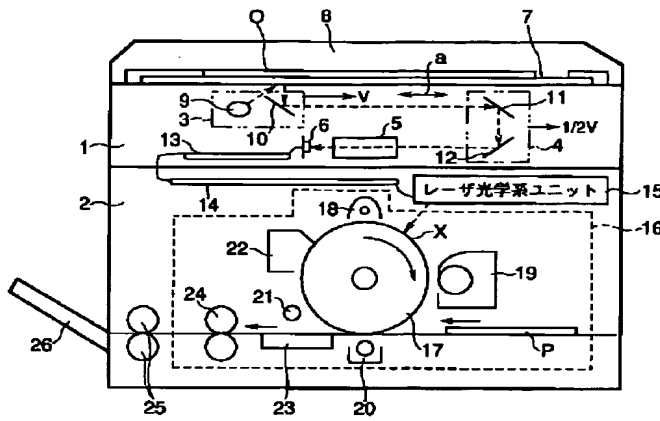
【図26】第1の調整機構を具体的に説明するための回路図。

【図27】第2の調整機構を具体的に説明するための回路図。

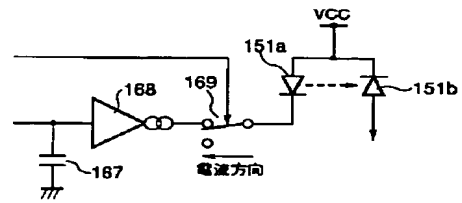
【符号の説明】

- 1……スキャナ部
- 2……プリンタ部
- 6……光電変換素子
- 9……光源
- 13……制御基板
- 14……画像処理基板
- 15……レーザ光学系ユニット
- 16……画像形成部
- 17……感光体ドラム（像担持体）
- 150……レーザ制御回路
- 151……半導体レーザ発振器
- 151a……レーザダイオード（発光素子）
- 151b……フォトダイオード（受光素子）
- 152……集光レンズ
- 153……ポリゴンミラー
- 154……f- $\theta$ レンズ
- 155, 156……折り返しミラー
- 157……同期信号センサ

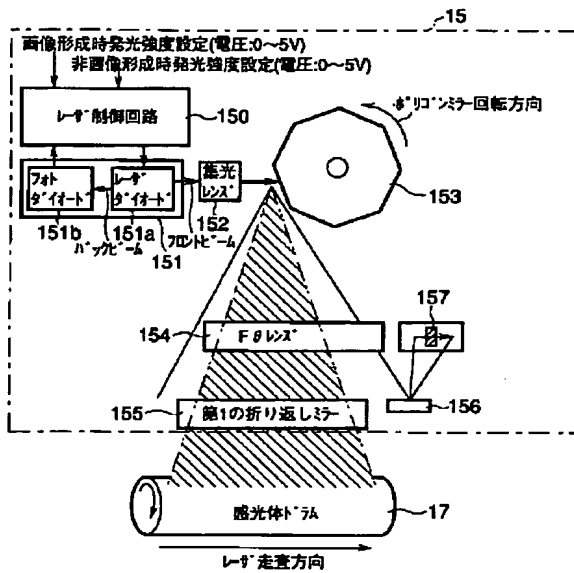
【図1】



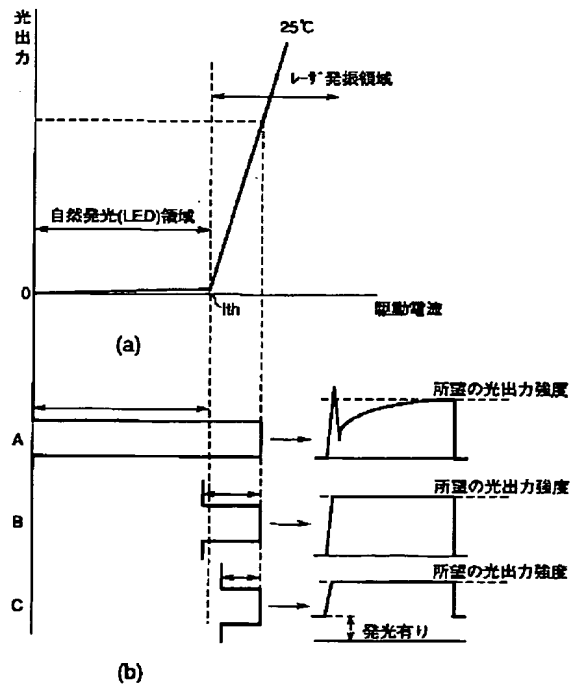
【図18】



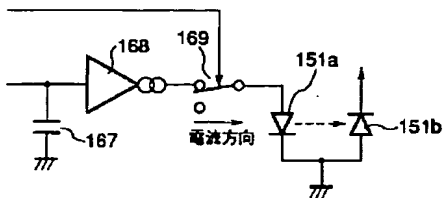
【図2】



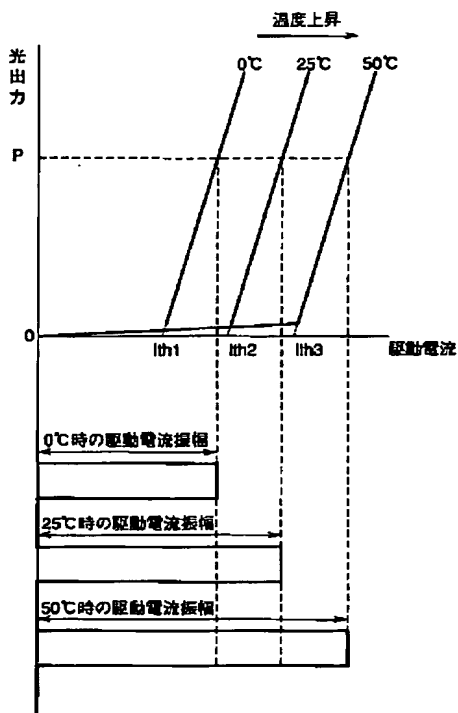
【図3】



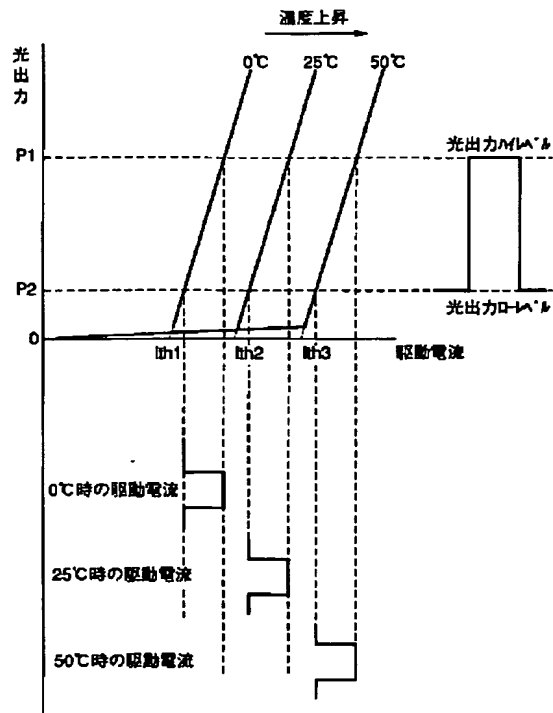
【図19】



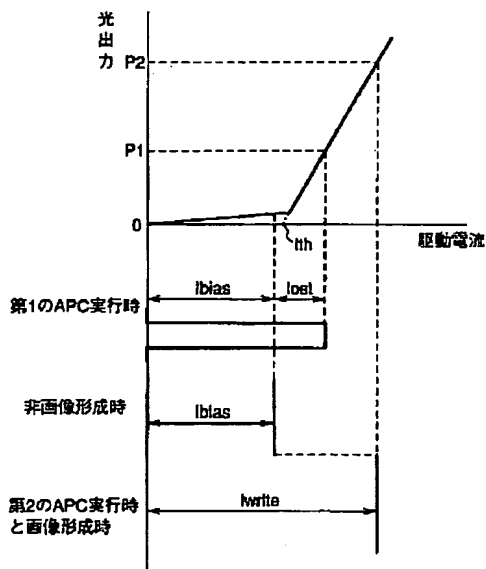
【図4】



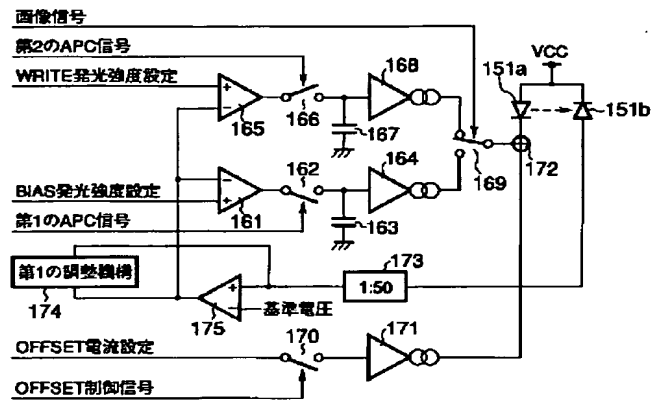
【図5】



【図6】

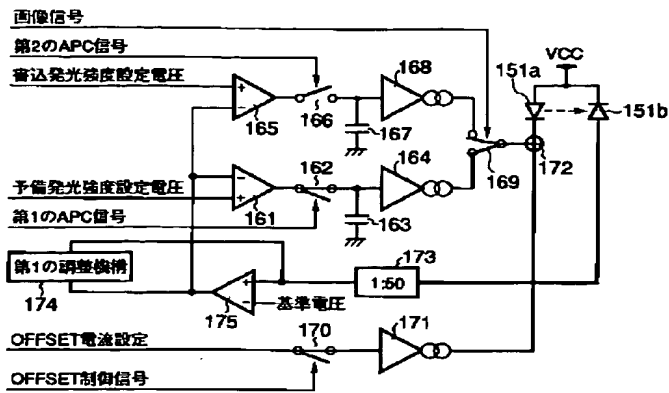


【図7】

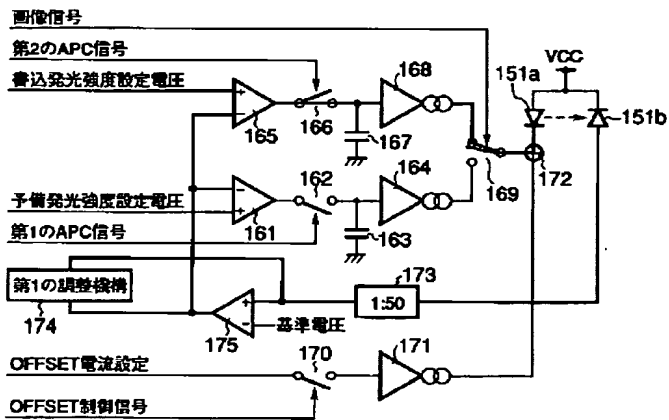




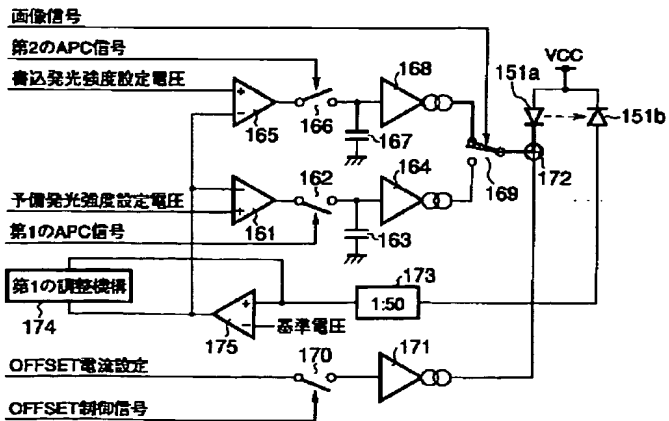
【図8】



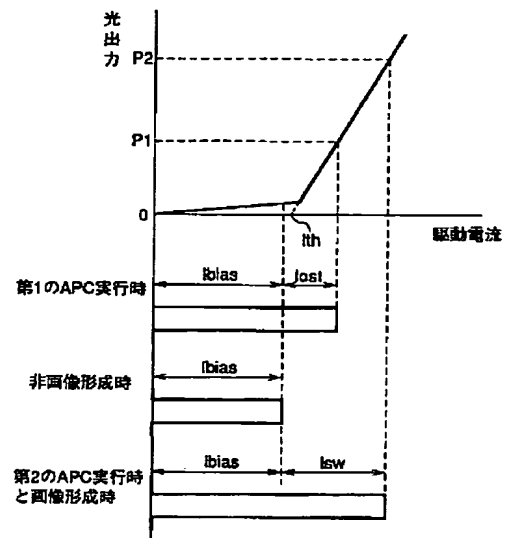
【図9】



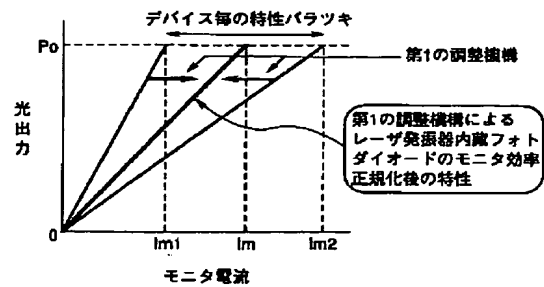
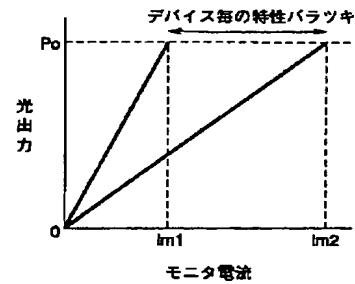
【図10】



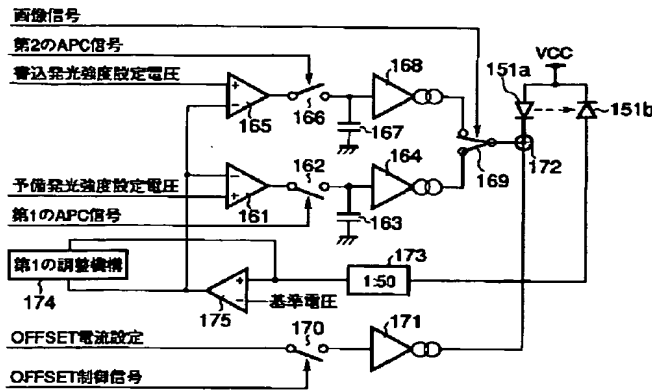
【図12】



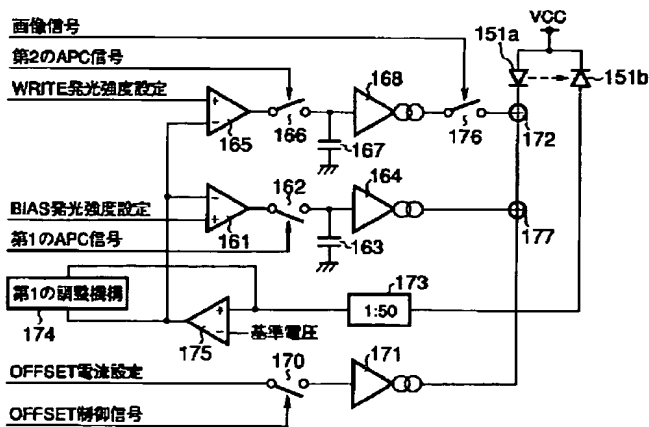
【図22】



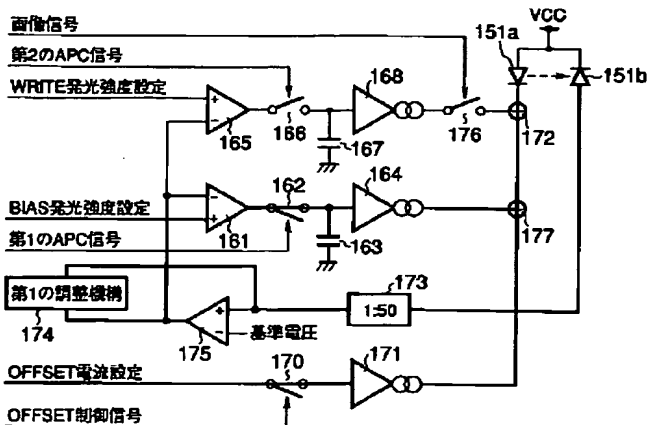
【図11】



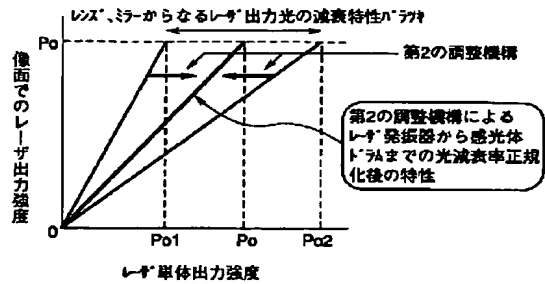
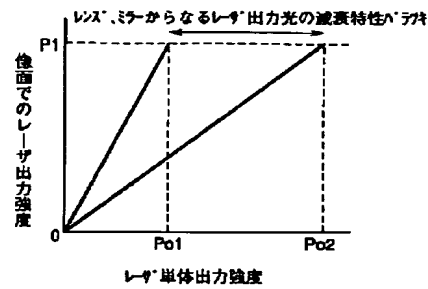
【図13】



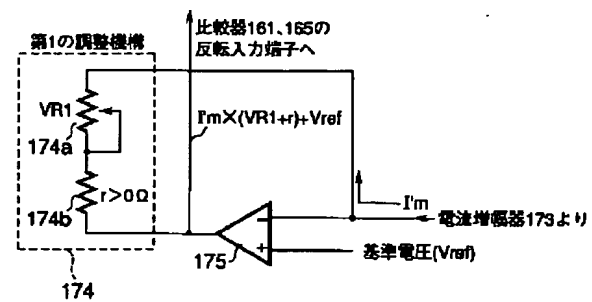
【図14】



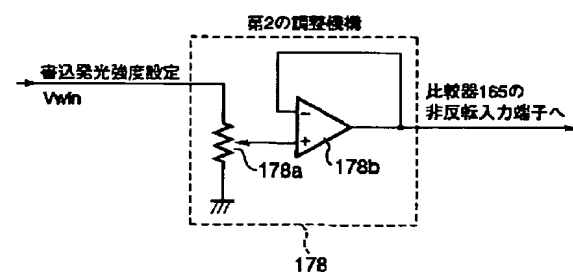
【図23】



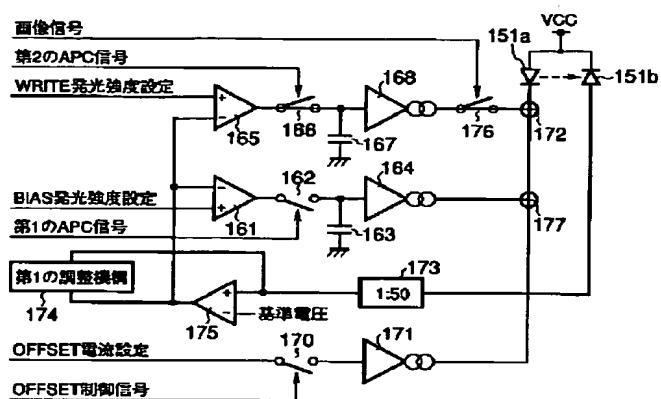
【図26】



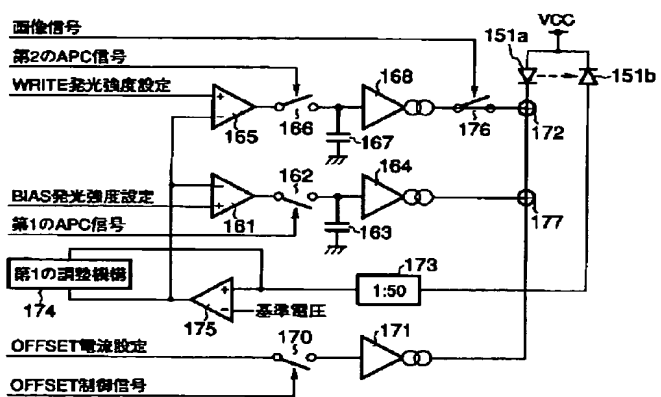
【図27】



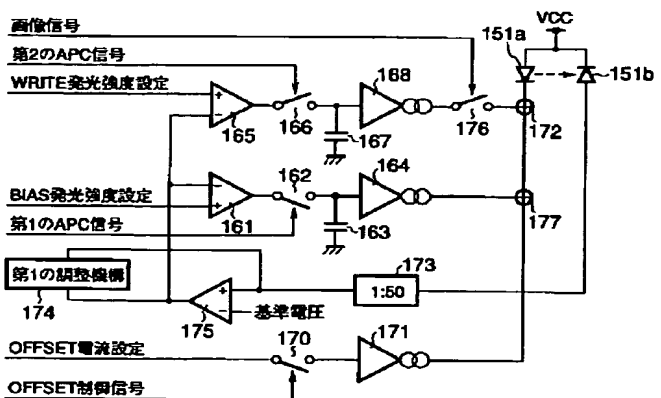
【図15】



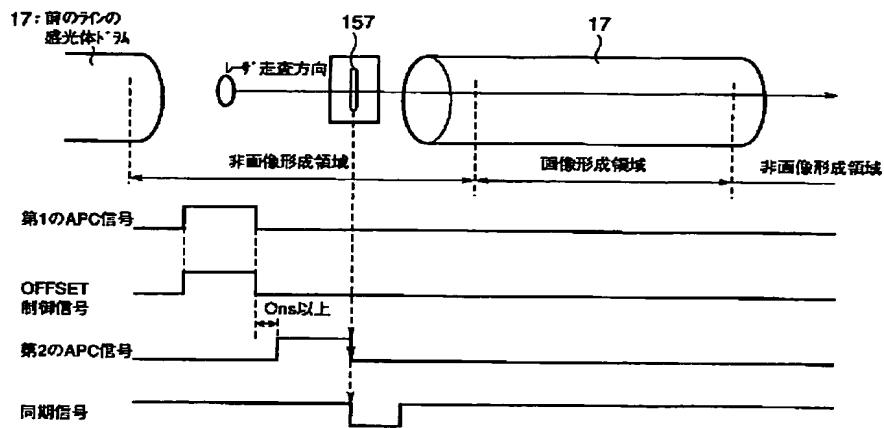
【図16】



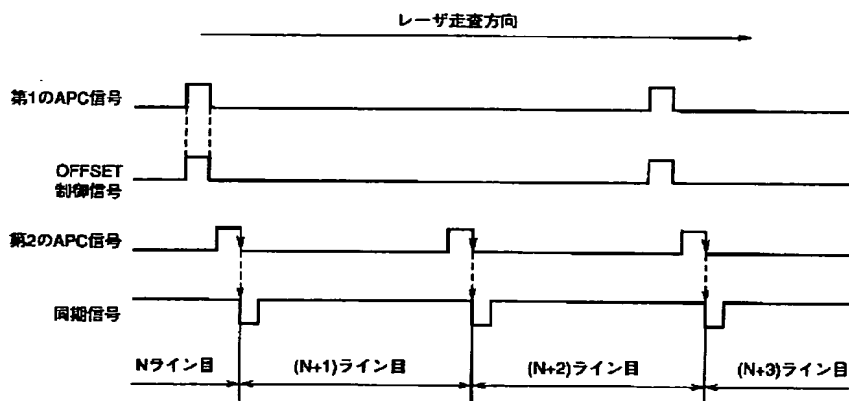
【図17】



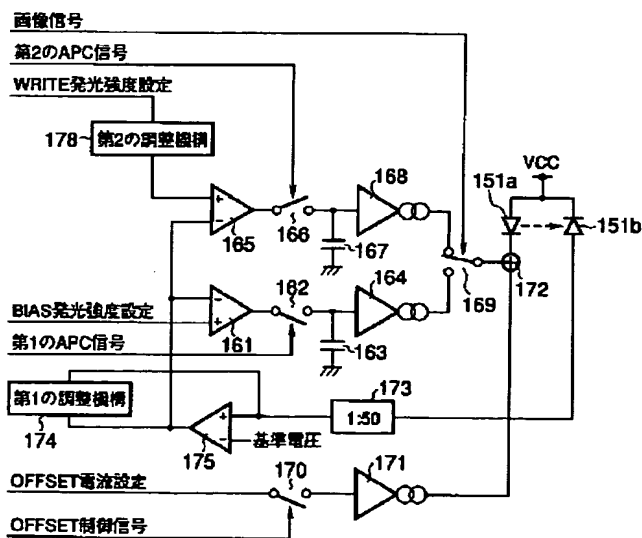
【図20】



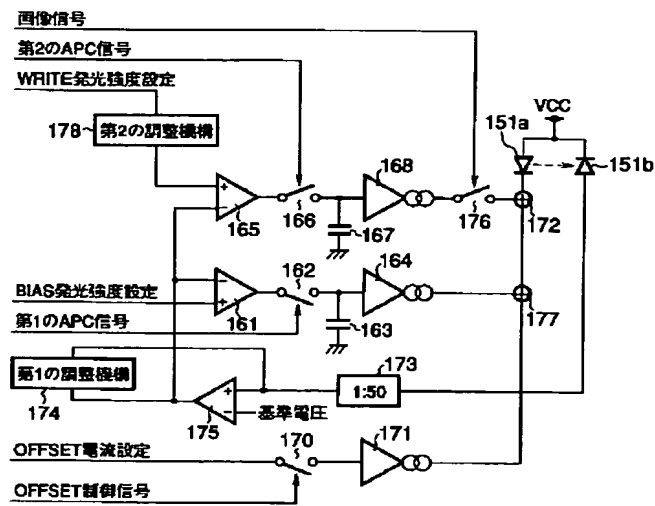
【図21】



【図24】



【図25】



フロントページの続き

(72)発明者 小宮 研一  
 神奈川県川崎市幸区柳町70番地 東芝テック株式会社柳町事業所内  
 (72)発明者 一柳 敏光  
 神奈川県川崎市幸区柳町70番地 東芝テック株式会社柳町事業所内

(72)発明者 井出 直朗  
 神奈川県川崎市幸区柳町70番地 東芝テック株式会社柳町事業所内  
 (72)発明者 河合 浩志  
 神奈川県川崎市幸区柳町70番地 東芝テック株式会社柳町事業所内

Fターム(参考) 2C362 AA03 AA55 AA56 AA61  
 2H076 AB05 AB34 DA10 DA17 DA21